



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09277114 A**(43) Date of publication of application: **28 . 10 . 97**

(51) Int. Cl.

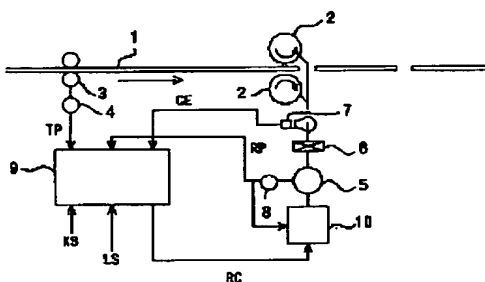
**B23D 25/04**(21) Application number: **08095398**(22) Date of filing: **17 . 04 . 96**(71) Applicant: **SHOWA DENKI SEISAKUSHO:KK**(72) Inventor: **KIMURA KINYA  
TAKAGI YUKIHIRO****(54) CONTROL DEVICE FOR FLYING WORK MACHINE****(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent an unnecessary shock from being applied to a machine and a drive motor due to an abrupt change of acceleration by calculating the speed command of a tool in the zone where a work is not machined with the S-curve characteristic generating no abrupt change of acceleration.

**SOLUTION:** A control device 9 calculates the speed command RC based on the shift quantity pulse TP of a material 1 to be cut, the rotation quantity pulse RP of cutters arranged above and below the material 1, the cut completion detection signal CE, the cut length set value LS, and the cutter virtual peripheral length set value KS so that the cutters are synchronized with the material 1 in the zone where the material 1 is cut by the cutters and the cutters are synchronized with the material 1 at the synchronization position for the next cutting in the zone where the material 1 is not cut, and it outputs the speed command RC to the speed control device 10 of a drive motor 5 driving a shearing machine 1. The speed command RC in the zone where the material 1 is not cut is calculated with the S-characteristic curve constituted of the initial curve characteristic generating no abrupt change of acceleration, the terminal curve characteristic, and the

inclined linear characteristic connecting both curve characteristics without generating an abrupt change of acceleration.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-277114

(43) 公開日 平成9年(1997)10月28日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 2 3 D 25/04

B 2 3 D 25/04

A

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平8-95398

(22) 出願日 平成8年(1996)4月17日

(71) 出願人 395023738

株式会社昭和電機製作所

愛知県春日井市西屋町字中新田84番地

(72) 発明者 木村 欽哉

愛知県春日井市西屋町字中新田84番地 株式会社昭和電機製作所内

(72) 発明者 高木 幸弘

愛知県春日井市西屋町字中新田84番地 株式会社昭和電機製作所内

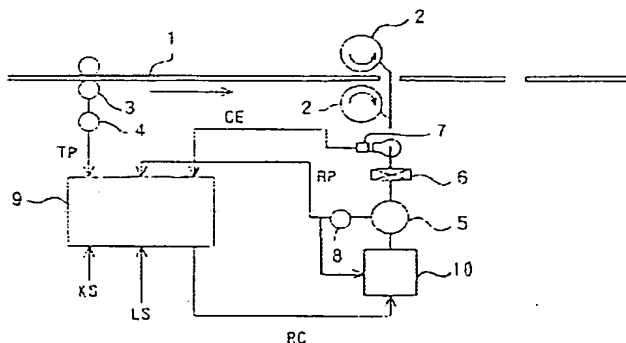
(74) 代理人 弁理士 岡田 英彦 (外5名)

(54) 【発明の名称】 走間加工機の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 被加工材料を加工しない区間における工具の速度指令を加速度の急変を生じないS字カーブ特性を用いて演算することにより、加速度の急変により機械や駆動モータに不必要な衝撃が発生するのを防止する。

【解決手段】 制御装置9は、被切断材料1の移動量パルス(TP)、被切断材料の上下に配された刃物の回転量パルス(RP)、切断完了検出信号(CE)、切断長設定値(LS)、刃物仮想周長設定値(KS)等に基づいて、刃物が被切断材料1を切断する区間では刃物が被切断材料1と同調するように、被切断材料1を切断しない区間では次の切断のための同調位置で刃物が被切断材料1と同調するように速度指令(RC)を演算してシャフト2を駆動する駆動モータ5の速度制御装置10に出力する。被切断材料1を切断しない区間における速度指令(RC)は、加速度の急変を生じない初期曲線特性及び終期曲線特性と両曲線特性間を加速度の急変を生じることなく接続する傾斜した直線特性からなるS字特性カーブを用いて演算する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被加工材料の加工を行う工具と、前記工具を駆動する駆動手段と、前記被加工材料の移動量及び移動速度、前記工具の移動量に基づき、前記被加工材料を加工する区間では前記工具を前記被加工材料と同調させ、前記被加工材料を加工しない区間では次の加工のための同調開始位置で前記工具を前記被加工材料の加工位置と同調させる速度指令を演算して前記駆動手段に供給する制御手段とからなる走間加工機の制御装置において、前記制御手段は、加速度の急変を生じさせない初期及び終期曲線特性と前記両曲線特性間を加速度の急変を生じさせることなく接続する直線特性を有するS字カーブ特性を備え、前記S字カーブ特性を用いて前記被加工材料を加工しない区間における速度指令を演算することを特徴とする走間加工機の制御装置。

【請求項2】 前記制御手段は、傾斜特性の異なるS字カーブ特性を少なくとも2種類以上備え、次の加工のための同調開始位置で前記工具を前記被加工材料の加工位置と同調させることができるS字カーブ特性の中から最も傾斜特性の小さいS字カーブ特性を選択することを特徴とする請求項1に記載の走間加工機の制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本願発明は、銅板、紙、フィルム、形鋼、銅管、ガラス等の被加工材料の加工を、被加工材料の移動中に被加工材料の移動を妨げることなく行う走間加工機の制御装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】走間加工機としては、送られてくる銅板等の被切断材料の上下に刃物を配置し、上下の刃物を被切断材料の移動速度に同調させて駆動することにより被切断材料を移動させながら切断を行うロータリーシャ-、クランクシャ-、フライイングシャ-等のロータリーカックや、被加工材料を加工（切断等を含む）するための工具を被加工材料の移動方向に沿って往復動可能に設け、被加工材料の加工位置が到来すると工具を被加工材料の加工位置に同調させて駆動し、同調状態において加工用の動力源により工具を被加工材料に噛み合わせて加工を行うことにより被加工材料を移動させながら加工を行う往復動作の走間加工機等が知られている。

【0003】図1に、ロータリーシャ-の概略構成図を示す。図1において、フィードローラやレベラー等により送られてくる銅板等の被切断材料1の上下には、被切断材料1を切断する刃物を有するシャ-2が配置されている。ロータリーシャ-2は、例えば図14に示すような構造を有している。図14aに示すロータリーシャ-は被切断材料の上下に配置されている上刃及び下刃の先端の軌跡が共に真円となるように駆動する構成のものであり、図14bに示すロータリーシャ-は一方の刃物

（例えば上刃）は被切断材料と平行に駆動し、他方の刃

物（例えば下刃）は先端の軌跡が真円となるように駆動する構成のものであり、図14cに示すロータリーシャ-は上刃及び下刃の先端の軌跡が共に楕円となるように駆動する構成のものである。被切断材料1の移動によって回転駆動される測長ロール3には、被切断材料1の移動量パルス（TP）を出力する測長エンコーダ4が連結されている。移動量パルス（TP）は非接触式の移動量検出器によっても得ることができる。シャ-2の駆動軸は、減速機6を介して駆動モータ5に連結されている。切断完了位置センサー7は、刃物が被切断材料1を切断して切断完了位置に達したことを検出して切断完了検出信号（CE）を出力する。刃物位置エンコーダ8は、駆動モータ5の回転量パルス、すなわち刃物の回転量パルス（RP）を出力する。

【0004】従来の制御装置9は、被切断材料移動量パルス（TP）、刃物回転量パルス（RP）、切断完了検出信号（CE）、被切断材料1の切断長設定値（LS）及び刃物仮想周長設定値（刃物を被切断材料と同調させて回転させた時に刃物が1回転する間に被切断材料1が移動する長さ）（KS）等を入力し、被切断材料1を切断する区間では刃物を被切断材料1と同調させ、被切断材料1を切断していない区間では次の切断のための同調開始位置で刃物を被切断材料1の切断位置と同調させる速度指令（RC）を出力する。被切断材料1を切断していない区間における速度指令（RC）は、例えば、以下のように演算される。切断を終了する毎に、その時点の残留同調位置誤差演算値から切断長設定値（LS）と刃物仮想周長設定値（KS）との差（通常は、徐々にその差に達するようにタイムスタート特性が付加される）を減算し、被切断材料の移動量を加算、刃物の回転量を減算した残留同調位置誤差演算値に比例した信号またはその信号を開平特性に似た特性の関数発生器を通した信号とし、これを被切断材料移動速度に加算して寸法同調の速度指令を演算する。また、刃物の待機停止位置までの残りの移動距離に比例した信号またはその信号を開平特性に似た特性の関数発生器を通した信号と被切断材料移動速度のうち小さい方を選択して待機停止の速度指令とする。そして、寸法同調の速度指令と待機停止の速度指令のうち大きい方を選択して速度指令（RC）とする。このような従来の制御装置9を用いた場合の速度指令（RC）及び加速度のタイムチャートを図2に示す。図2において、aは $LS > KS$ でその差が大きい場合、bは $LS > KS$ でその差が小さい場合、cは $LS < KS$ の場合を示す。

【0005】また、図3に往復動作する走間加工機の概略構成図を示す。図3において、刃物等の工具は、駆動モータ5によって駆動される往復動機構12により被加工材料1の移動方向に沿って往復動可能に構成されている。工具を被加工材料1に噛み合わせるための動力は、加工用の動力源から与えられる。また、被加工材料1の

加工が終了したことを検出して加工完了検出信号 (C E) を出力する加工完了検出センサーが設けられており、制御装置 1 9 は往復動機構 1 2 の移動速度、すなわち工具の移動速度を制御するための速度指令 (R C) を出力する。それ以外の構成は、図 1 に示したロータリーシャーと同様である。従来の制御装置 1 9 は、被加工材料移動量パルス (T P)、工具移動量パルス (R P)、加工完了検出信号 (C E)、被加工材料 1 の加工ピッチ長設定値 (L S) 等を入力し、被加工材料 1 を加工する区間では工具を被加工材料 1 と同調させ、被加工材料 1 を加工しない区間では次の加工のための同調開始位置で工具と被加工材料 1 の加工位置とを同調させる速度指令 (R C) を出力する。被加工材料 1 を加工しない区間における速度指令 (R C) は、例えば、以下のように演算される。加工を完了する毎に、その時点の残留同調位置誤差演算値から加工ピッチ長設定値 (L S) (通常は、徐々にその値に達するようにタイムスタート特性が付加される) を減算し、被加工材料の移動量を加算、工具の移動量を減算した残留同調位置誤差演算値に比例した信号またはその信号を開平特性に似た特性の関数発生器を通した信号とし、これを被加工材料移動速度に加算して寸法同調の速度指令を演算する。また、工具の待機停止位置までの残りの移動距離に比例した信号またはその信号を開平特性に似た特性の関数発生器を通した信号と戻り速度設定値のうち大きい方 (戻り速度を負として扱うので、戻り方向速度の小さい方) を選択して待機停止の速度指令とする。そして、寸法同調の速度指令と待機停止の速度指令のうち大きい方を選択して速度指令信号 (R C) とする。このような従来の制御装置 1 9 を用いた場合の速度指令 (R C) 及び加速度のタイムチャートを図 4 に示す。図 4 は、工具を一旦待機停止位置に戻した後に同調状態に向けて速度を増加させるように速度指令 (R C) を演算する例を示したものであり、a は L S が大きい場合、b は L S が小さい場合を示す。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来の走間加工機の制御装置では、同調位置までの同調位置移動距離に比例した信号またはその信号を開平特性に似た特性の関数発生器を通した信号に基づいた速度指令あるいは待機停止位置までの残りの移動距離に比例した信号またはその信号を開平特性に似た特性の関数発生器を通した信号に基づいた速度指令の一方を選択して刃物の速度指令としているため、選択の切り替わり時点 (図 2 及び図 4 の△で示す位置) で加速度が急変する。加速度が急変すると、機械や駆動モータに不必要な衝撃を発生させる原因となり、機械の寿命が著しく短くなる、騒音や振動により作業環境が劣悪化する、制御の精度が低下する等の問題点がある。本願発明は、このような従来技術における問題点を解消するために創案されたものであり、加速度の急変を生じさせることのない速度指令を出力することができる

走間加工機の制御装置を提供することを課題とする。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項 1 に記載の発明は、被加工材料の加工を行う工具と、前記工具を駆動する駆動手段と、前記被加工材料の移動量及び移動速度、前記工具の移動量に基づき、前記被加工材料を加工する区間では前記工具を前記被加工材料と同調させ、前記被加工材料を加工しない区間では次の加工のための同調開始位置で前記工具を前記被加工材料の加工位置と同調させる速度指令を演算して前記駆動手段に供給する制御手段とからなる走間加工機の制御装置において、前記制御手段を、加速度の急変を生じさせない初期及び終期曲線特性と前記両曲線特性間を加速度の急変を生じさせることなく接続する直線特性を有する S 字カーブ特性を備え、前記 S 字カーブ特性を用いて前記被加工材料を加工しない区間における速度指令を演算するように構成する。請求項 1 に記載の走間加工機の制御装置は、被加工材料を加工する区間では工具を被加工材料と同調させる速度指令を演算し、被加工材料を加工しない区間では S 字カーブ特性を用いて次の加工のための同調開始位置で工具を被加工材料の加工位置と同調させる速度指令を演算する。これにより、加速度が急変することがないので、加速度の急変による機械や駆動モータの不必要な衝撃の発生を防止することができる。また、請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の走間加工機の制御装置において、前記制御手段を、傾斜特性の異なる S 字カーブ特性を少なくとも 2 種類以上備え、次の加工のための同調開始位置で前記工具を前記被加工材料の加工位置と同調させることができる S 字カーブ特性の中から最も傾斜特性の小さい S 字カーブ特性を選択するように構成する。請求項 2 に記載の走間加工機の制御装置は、傾斜特性の異なる S 字カーブ特性を少なくとも 2 種類以上設けておき、次の加工のための同調開始位置で工具を被加工材料の加工位置と同調させることができる S 字カーブ特性の中で最も傾斜特性の小さい S 字カーブ特性を選択し、選択した S 字カーブ特性を用いて被加工材料を加工しない区間における速度指令を演算する。これにより、一層加速度を緩やかにすることができる。

#### 【0008】

【発明の実施の形態】以下に本願発明の実施の形態を図面を用いて説明する。まず、初期速度から終期速度へ加速度が急変することなく変速する速度指令を演算するための S 字カーブ特性を図 5 を用いて説明する。S 字カーブ特性は、2 次曲線や正弦曲線等の加速度の急変を生じさせない曲線部である初期曲線部 (初期曲線特性) 及び終期曲線部 (終期曲線特性) (図 5 では 2 次曲線を用いている) と両曲線部を加速度の急変を生じさせることなく接続する所定の傾斜度の直線部 (直線特性) とによって形成される。すなわち、変速範囲が初期曲線部及び終

期曲線部の曲線速度範囲(NC)の和より広い場合には初期曲線部と終期曲線部及び変速範囲に応じた長さの直線部によって(1)に示すようなS字カーブ特性を形成し、変速範囲が狭くなるに従って直線部の長さが短い(2)に示すようなS字カーブ特性を形成し、変速範囲が初期曲線部及び終期曲線部の曲線速度範囲(NC)の和より狭い場合には初期曲線部及び終期曲線部を変速範囲に応じた位置で加速度の急変を生じさせることなく接続して(3)に示すようなS字カーブ特性を形成する。なお、図5は速度を増加させる方向に変速を行う場合のS字カーブ特性を示したが、速度を減少させる方向に変速を行う場合も同様にしてS字カーブ特性が形成される。

【0009】図6は、本願発明をロータリーカッタに適用した場合のロータリーカッタの制御装置の概略構成図を示した図である。計数器31は、被切断材料の移動量パルス(TP)を計数して被切断材料移動量(CNT0)を出力する。計数器32は、刃物の回転量パルス(RP)を計数して刃物回転量(CNR0)を出力する。F/V変換器33は、被切断材料の移動量パルス(TP)をF/V(周波数-電圧)変換して被切断材料移動速度(RT)を出力する。残留同調位置誤差演算器34は、切断目標位置設定器35よりの切断目標位置(CNTS)から被切断材料移動量(CNT0)を減算した値と刃物目標位置設定器36よりの刃物目標位置(CNRS)から刃物回転量(CNR0)を減算した値との差である残留同調位置誤差( $\Delta CNT$ )を出力する。乗算器37は、残留同調位置誤差( $\Delta CNT$ )に同調制御ゲインを乗算し、極性を反転させて同調誤差(RE)を出力する。加算器38は、被切断材料移動速度(RT)と同調誤差(RE)との加算値(RC1)を出力する。比較器39は、残留同調位置誤差( $\Delta CNT$ )が負である時に信号を出力する。判別器40は、切断完了検出信号(CE)が出力された時に比較器39から信号が出力されていれば信号を出力する。絶対値演算器41は、残留同調位置誤差( $\Delta CNT$ )の絶対値( $|\Delta CNT|$ )を出力する。判別器42は、切断完了検出信号(CE)が出力された時に残留同調位置誤差の絶対値( $|\Delta CNT|$ )がほぼ0(同調を継続すればよい状態)であれば信号を出力する。比較器43は、残留同調位置誤差( $\Delta CNT$ )の絶対値( $|\Delta CNT|$ )が後述するS字カーブ移動量( $\Delta CNR$ )の絶対値( $|\Delta CNR|$ )以下である時に信号を出力する。

【0010】待機目標位置演算器44は、切断完了検出信号CEが出力されると、待機目標位置(CPS)をその時点における刃物回転量(CNR0)に切断完了位置から待機停止位置までの刃物の回転角に相当する待機位置設定値(PS)を加算した値に変更する。減算器45は、待機目標位置(CPS)から刃物回転量(CNR0)を減算して残留待機停止位置誤差( $\Delta CPS$ )を出力する。絶対値演算器46は、残留待機停止位置誤差

( $\Delta CPS$ )の絶対値( $|\Delta CPS|$ )を出力する。比較器47は、残留待機停止位置誤差( $\Delta CPS$ )の絶対値( $|\Delta CPS|$ )が後述するS字カーブ待機停止移動量( $\Delta CPR$ )の絶対値( $|\Delta CPR|$ )以下である時に信号を出力する。乗算器48は、残留待機停止位置誤差( $\Delta CPS$ )にサーボロックゲインを乗算してサーボロック信号(RPP)を出力する。

【0011】S字カーブ特性速度指令演算器49は、被切断材料移動速度(RT)、加速指令、加速同調指令、減速同調指令、待機減速指令等を入力してS字カーブ特性速度指令(SC0)、S字カーブ特性速度指令(SC0)の傾斜度を表す加速度(SA0)、加減速同調中信号、待機減速中信号、加速中信号、待機停止中信号等を出力する。乗算器50は、開閉器D及びEが駆動されていない時はS字カーブ特性速度指令(SC0)に係数

「1」を乗算し、開閉器D又はEが駆動されている時はS字カーブ特性速度指令(SC0)に除算器55の出力信号を乗算した信号(SC1)を出力する。S字カーブ移動量演算器51は、被切断材料移動速度(RT)、S字カーブ特性速度指令(SC0)、加速度(SA0)等を入力してS字カーブ移動量( $\Delta CNR$ )を出力する。絶対値演算器52は、S字カーブ移動量( $\Delta CNR$ )の絶対値( $|\Delta CNR|$ )を出力する。S字カーブ待機停止移動量演算器53は、被切断材料移動速度(RT)、S字カーブ特性速度指令(SC0)、加速度(SA0)等を入力してS字カーブ待機停止移動量( $\Delta CPR$ )を出力する。絶対値演算器54は、S字カーブ待機停止移動量( $\Delta CPR$ )の絶対値( $|\Delta CPR|$ )を出力する。除算器55は、加減速同調中信号によって開閉器Dが駆動されている時には残留同調位置誤差( $\Delta CNT$ )の絶対値( $|\Delta CNT|$ )とS字カーブ移動量の絶対値( $|\Delta CNR|$ )との比( $|\Delta CNT|/|\Delta CNR|$ )を出力し、待機減速中信号によって開閉器Eが駆動されている時には残留待機停止位置誤差( $\Delta CPS$ )の絶対値( $|\Delta CPS|$ )とS字カーブ待機停止移動量( $\Delta CPR$ )の絶対値( $|\Delta CPR|$ )との比( $|\Delta CPS|/|\Delta CPR|$ )を出力する。なお、常開接点A1及び常閉接点A2、A3を有する開閉器Aは判別器40の出力信号によって駆動され、常開接点B1~B4を有する開閉器Bは判別器42の出力信号によって駆動され、常開接点C2及び常閉接点C1を有する開閉器CはOR回路56を介した加速中信号又は待機減速中信号によって駆動され、常開接点D2~D5、D7及び常閉接点D1、D6を有する開閉器Dは加減速同調中信号によって駆動され、常開接点E1、E2、E4及び常閉接点E3を有する開閉器Eは待機減速中信号によって駆動され、常開接点F1及び常閉接点F2を有する開閉器Fは待機停止中信号によって駆動される。

【0012】次に、図6に示す制御装置を用いたロータリーカッタの動作を説明する。被切断材料1と刃物とが

同調状態にある時には、F/V変換器33からの被切断材料移動速度(RT)と残留同調位置誤差演算器34からの残留同調位置誤差( $\Delta CNT$ )に同調制御ゲインを乗じた同調誤差(RE)との加算信号(RC1)が速度指令(RC)として駆動モータ5の速度制御装置10に出力される。被切断材料1の切断が終了して刃物が切断完了位置(単に切断をし終わった位置ではなく、刃物の回転速度を変更しても刃物と被切断材料がぶつかったりすることのない位置まで刃物と被切断材料との間隔が開いた刃物の位置をいう)に到達すると、切断完了検出信号(CE)が出力され、切断目標位置設定器35は切断目標位置(CNTS)をそれまでの切断目標位置(CNTS)に切断長設定値(LS)を加算した値に変更し、刃物目標位置設定器36は刃物目標位置(CNRS)をそれまでの刃物目標位置(CNRS)に刃物仮想周長設定値(KS)を加算した値に変更する。

【0013】今、切断長設定値(LS)と刃物仮想周長設定値(KS)とが等しい場合には、残留同調位置誤差( $\Delta CNT$ )は切断目標位置(CNTS)及び刃物目標位置(CNRS)の変更前後においてなんら変化がなく、また、それまでの同調制御によって残留同調位置誤差( $\Delta CNT$ )はほぼ零に保たれている。したがって、切断目標位置(CNTS)及び刃物目標位置(CNRS)が変更されると、判別器42から信号が出力されて開閉器Bが駆動されるため、加速指令、減速同調指令、加速同調指令、待機減速指令は遮断され、引き続き同調制御が行われて回転していった次の切断が行われる。

【0014】切断長設定値(LS)が刃物仮想周長設定値(KS)より大きい場合には、切断目標位置(CNTS)及び刃物目標位置(CNRS)の変更後の残留同調位置誤差( $\Delta CNT$ )は正となるので、比較器39からは信号が出力されず、したがって判別器40からも信号は出力されない。また、残留同調位置誤差の絶対値( $|\Delta CNT|$ )は切断長設定値(LS)と刃物仮想周長設定値(KS)との差に相当する値となっているので、判別器42からも信号は出力されない。これにより、引き続き同調制御が行われる。同調回転中は、残留同調位置誤差( $\Delta CNT$ )の値は増減しない。

【0015】一方、切断完了検出信号(CE)が出力された時点で、待機目標位置演算器44は待機目標位置(CPS)をその時点の刃物回転量(CNRO)に切断完了位置から待機停止位置までの刃物の回転角に相当する待機位置設定値(PS)を加算した値に変更し、減算器45は変更された待機目標位置(CPS)から刃物移動量(CNRO)を減算して残留待機停止位置誤差( $\Delta CPS$ )を出力する。同時に、S字カーブ待機停止移動量演算器53は、速度指令(RC)を各時点の被切断材料移動速度(RT)から速度零に向けて加速度零から次第に加速度を増加させ、速度が零に近づくとき加速度を次第に減少させていくS字カーブ特性で減速した場合の停

止に至るまでの刃物の回転量、すなわちS字カーブ待機停止移動量( $\Delta CPR$ )の演算を開始する。そして、切断後の同調回転中に残留待機停止位置誤差の絶対値( $|\Delta CPS|$ )がS字カーブ待機停止移動量の絶対値( $|\Delta CPR|$ )以下になると、比較器47から信号が出力される。この時、開閉器A及びBが駆動されていないので、比較器47からの信号は待機減速指令としてS字カーブ特性速度指令演算器49に入力される。

【0016】S字カーブ特性速度指令演算器49は、待機減速指令が入力されると、待機減速中信号を出力するとともに、その時点の被切断材料移動速度(RT)から零に向けて加速度零から次第に加速度が増加し、速度が零に近づくとき加速度が次第に減少していくS字カーブ特性速度指令(SC0)及び加速度(SA0)を出力する。同時に、S字カーブ移動量演算器51は、各時点のS字カーブ特性速度指令(SC0)をその時点のS字カーブ特性速度指令(SC0)からその時点の被切断材料移動速度(RT)に向けて加速度に急変の生じないS字カーブ特性で変速した場合に被切断材料の移動量に対して刃物の回転量が遅れる量、すなわちS字カーブ移動量( $\Delta CNR$ )の演算を開始する。待機減速中信号が出力されると、開閉器Eが駆動されるので、除算器55は残留待機停止位置誤差の絶対値( $|\Delta CPS|$ )とS字カーブ待機停止移動量の絶対値( $|\Delta CPR|$ )との比( $|\Delta CPS|/|\Delta CPR|$ )を出力する。これにより、乗算器50でS字カーブ特性速度指令(SC0)に乘算する係数が「1」から( $|\Delta CPS|/|\Delta CPR|$ )に切り換えられる。また、OR回路56を介した待機減速中信号によって開閉器Cが駆動されるので、速度指令(RC)は被切断材料移動速度(RT)と同調誤差(RE)との加算信号(RC1)からS字カーブ特性速度指令(SC0)に係数( $|\Delta CPS|/|\Delta CPR|$ )を乗算した信号(SC1)に切り換えられる。待機減速指令が出力された時点では加算信号(RC1)と被切断材料移動速度(RT)はほぼ等しく、S字カーブ特性速度指令(SC0)は待機減速指令が出力された時点の被切断材料移動速度(RT)から変速を開始し、待機減速指令は残留待機停止位置誤差の絶対値( $|\Delta CPS|$ )がS字カーブ待機停止移動量の絶対値( $|\Delta CPR|$ )以下になった時点で出力されるので、切り換え前後で速度指令(RC)が急変することはない。S字カーブ特性速度指令(SC0)が零に向けて変速を開始した後、残留待機停止位置誤差( $\Delta CPS$ )及びS字カーブ特性速度指令(SC0)と加速度(SA0)の値からS字カーブ待機停止移動量( $\Delta CPR$ )の演算を継続して行い、S字カーブ特性速度指令(SC0)に乘算する係数( $|\Delta CPS|/|\Delta CPR|$ )を随時変更する。この係数( $|\Delta CPS|/|\Delta CPR|$ )は、駆動モータ5の速度制御装置10への速度指令(RC)と実際の刃物の速度との間に生じる僅かな速度誤差により発生す

る位置誤差を補正し、S字カーブ特性速度指令（SC0）が零に到達する時点では残留待機停止位置誤差の絶対値（ $|\Delta CPS|$ ）とS字カーブ待機停止移動量の絶対値（ $|\Delta CPR|$ ）が共に零となるように作用する。

【0017】S字カーブ特性速度指令（SC0）の零に向けての変速中に残留同調位置誤差の絶対値（ $|\Delta CNT|$ ）がS字カーブ移動量の絶対値（ $|\Delta CNR|$ ）以下になると、比較器43から信号が出力される。この時、開閉器A及びBが駆動されていないので、比較器43からの信号は加速同調指令としてS字カーブ特性速度指令演算器49に入力される。S字カーブ特性速度指令演算器49は、加速同調指令が入力されると、待機減速中信号を消滅させて加減速同調中信号を出力するとともに、S字カーブ特性速度指令（SC0）とその時点のS字カーブ特性速度指令（SC0）とその時点の被切断材料移動速度（RT）との差の値から零に向けてその時点の加速度から継続して加速度に急変の生じないS字カーブ特性で変速させる。待機減速中信号の消滅によって開閉器Cの駆動が解除され、加減速同調中信号によって開閉器Dが駆動されるので、速度指令（RC）はS字カーブ特性速度指令（SC0）に係数を乗じた信号（SC1）からS字カーブ特性速度指令（SC0）に係数を乗じた信号（SC1）と被切断材料移動速度（RT）との加算信号に切り換えられる。また、待機減速中信号の消滅によって開閉器Eの駆動が解除され、加減速同調中信号によって開閉器Dが駆動されるので、除算器55は残留同調位置誤差の絶対値（ $|\Delta CNT|$ ）とS字カーブ移動量の絶対値（ $|\Delta CNR|$ ）との比（ $|\Delta CNT|/|\Delta CNR|$ ）を出力する。これにより、乗算器50でS字カーブ特性速度指令（SC0）に乗算する係数が（ $|\Delta CPS|/|\Delta CPR|$ ）から（ $|\Delta CNT|/|\Delta CNR|$ ）に切り換えられる。S字カーブ特性速度指令（SC0）は加速同調指令が出力された時点のS字カーブ特性速度指令（SC0）とその時点の被切断材料移動速度（RT）との差の値から変速を開始するので、切り換え前後で速度指令（RC）が急変することはない。S字カーブ特性速度指令（SC0）と被切断材料移動速度（RT）との差の値から零に向けてのS字カーブ特性速度指令（SC0）の変速が開始された後も、残留同調位置誤差（ $\Delta CNT$ ）及びS字カーブ移動量（ $\Delta CNR$ ）の演算を継続して行い、S字カーブ特性速度指令（SC0）に乗算する係数（ $|\Delta CNT|/|\Delta CNR|$ ）を随時変更する。この係数（ $|\Delta CNT|/|\Delta CNR|$ ）は、駆動モータ5の速度制御装置10への速度指令信号（RC）と実際の速度との間に生じる僅かな速度誤差により発生する位置誤差を補正し、S字カーブ特性速度指令（SC0）が零に到達する時点では残留同調位置誤差の絶対値（ $|\Delta CNT|$ ）とS字カーブ移動量の絶対値（ $|\Delta CNR|$ ）が共に零となるように作用する。

【0018】S字カーブ特性速度指令（SC0）の変速が終了する付近に近づき、その時点から零に向けて変速していくS字カーブ特性速度指令（SC0）のカーブと、その時点の被切断材料移動速度（RT）と同調誤差（RE）との加算信号（RC1）による同調制御を開始したときの同調位置へ向けての進行に合わせて速度指令（RC）が被切断材料移動速度（RT）に向けて収敛していくカーブとが同じとなる時点で、S字カーブ特性速度指令演算器49は加減速同調中信号を消滅させる。これにより、開閉器Dの駆動が解除されるので、速度指令（RC）はS字カーブ特性速度指令（SC0）に係数を乗じた信号（SC1）と被切断材料移動速度（RT）との加算信号から被切断材料移動速度（RT）と同調誤差（RE）との加算信号（RC1）に切り換えられ、同調制御が開始される。

【0019】待機減速中信号によるS字カーブ特性速度指令（SC0）の速度零に向けての変速の際、残留同調位置誤差の絶対値（ $|\Delta CNT|$ ）がS字カーブ移動量の絶対値（ $|\Delta CNR|$ ）以下になることなくS字カーブ特性速度指令（SC0）の変速が終了する付近に近づき、その時点から零に向けて変速していくS字カーブ特性速度指令（SC0）のカーブと、その時点の残留待機停止位置誤差（ $\Delta CPS$ ）にサーボロックゲインを乗算したサーボロック信号（RPP）によるサーボロック制御を開始した時の待機停止位置へ向けての進行に合わせて速度指令（RC）が零に向けて収敛していくカーブとが同じとなる時点で、S字カーブ特性速度指令演算器49は待機減速中信号を消滅させて待機停止中信号を出力する。待機減速中信号の消滅によって開閉器Cの駆動が解除され、待機停止中信号によって開閉器Fが駆動されるので、速度指令（RC）はS字カーブ特性速度指令（SC0）に係数を乗算した信号（SC1）からサーボロック信号（RPP）に切り換えられ、待機停止位置へのサーボロック制御が開始される。サーボロック信号（RPP）による待機停止位置へのサーボロック制御の間も、残留同調位置誤差（ $\Delta CNT$ ）及びS字カーブ移動量（ $\Delta CNR$ ）の演算を継続して行う。そして、残留同調位置誤差の絶対値（ $|\Delta CNT|$ ）がS字カーブ移動量の絶対値（ $|\Delta CNR|$ ）以下になると、比較器43から信号が出力される。この時、開閉器A及びBが駆動されていないので、比較器43からの信号は加速同調指令としてS字カーブ特性速度指令演算器49に入力される。

【0020】S字カーブ特性速度指令演算器49は、加速同調指令が入力されると、待機停止中信号を消滅させて加減速同調中信号を出力するとともに、その時点のS字カーブ特性速度指令（SC0）、すなわち零とその時点の被切断材料移動速度（RT）との差の値から零に向けてそれまでの加速度、すなわち加速度零から継続して加速度に急変の生じないS字カーブ特性速度指令（SC

0) を出力する。待機停止中信号の消滅によって開閉器 F の駆動が解除され、加減速同調中信号によって開閉器 D が駆動されるので、速度指令 (RC) はサーボロック信号 (RPP) から S 字カーブ特性速度指令 (SC0) に係数を乗じた信号 (SC1) と被切断材料移動速度 (RT) との加算信号に切り換えられる。この時、前述した理由により、切り換え前後で速度指令 (RC) が急変することはない。また、加減速同調中信号によって開閉器 D が駆動されるので、除算器 55 は残留同調位置誤差の絶対値 ( $|\Delta CNT|$ ) と S 字カーブ移動量の絶対値 ( $|\Delta CNR|$ ) との比 ( $|\Delta CNT|/|\Delta CNR|$ ) を出力する。これにより、乗算器 50 で S 字カーブ特性速度指令 (SC0) に乗算する係数は「1」から ( $|\Delta CNT|/|\Delta CNR|$ ) に切り換えられる。被切断材料移動速度 (RT) から零に向けての S 字カーブ特性速度指令 (SC0) の変速が開始された後も、残留同調位置誤差 ( $\Delta CNT$ ) 及び S 字カーブ移動量 ( $\Delta CNR$ ) の演算を継続して行い、S 字カーブ特性速度指令 (SC0) に乗算する係数 ( $|\Delta CNT|/|\Delta CNR|$ ) を随時変更する。

【0021】 S 字カーブ特性速度指令 (SC0) の変速が終了する付近に近づき、その時点から零に向けて変速していく S 字カーブ特性速度指令 (SC0) のカーブと、その時点の被切断材料移動速度 (RT) と同調誤差 (RE) との加算信号 (RC1) による同調制御を開始したときの同調位置へ向けての進行に合わせて速度指令 (RC) が被切断材料移動速度 (RT) に向けて収敛していくカーブとが同じとなる時点で、S 字カーブ特性速度指令演算器 49 は加減速同調中信号を消滅させる。これにより、被切断材料移動速度 (RT) と同調誤差 (RE) との加算信号 (RC1) による同調制御が開始される。

【0022】 切断長設定値 (LS) が刃物仮想周長設定値 (KS) より小さい場合には、切断目標位置 (CNTS) 及び刃物目標位置 (CNRS) の変更後の残留同調位置誤差 ( $\Delta CNT$ ) は負となるので、比較器 39 から信号が出力され、したがって判別器 40 から信号が出力される。また、切断目標位置 (CNTS) 及び刃物目標位置 (CNRS) の変更後の残留同調位置誤差の絶対値 ( $|\Delta CNT|$ ) は切断長設定値 (LS) と刃物仮想周長設定値 (KS) との差に相当する値となっているので、判別器 42 からは信号が出力されず、開閉器 B は駆動されない。これにより、判別器 40 からの信号が加速指令として S 字カーブ特性速度指令演算器 49 に入力される。また、判別器 40 からの信号によって開閉器 A が駆動される。S 字カーブ特性速度指令演算器 49 は、加速指令が入力されると、加速中信号を出力するとともに、その時点の被切断材料移動速度 (RT) から予め設定した上限の速度に向けて加速度零から次第に加速度が増加し、上限の速度に近づくと加速度を次第に減少させ

ていき、上限の速度に到達した後は上限の速度を保持する S 字カーブ特性速度指令 (SC0) 及び加速度 (SA0) を出力する。加速中信号が出力されると、OR 回路 56 を介して開閉器 C が駆動されるので、速度指令 (RC) は、被切断材料移動速度 (RT) と同調誤差 (RE) との加算信号 (RC1) から S 字カーブ特性速度指令 (SC0) に係数を乗算した信号 (SC1) に切り換えられる。上限の速度に向けての S 字カーブ特性速度指令 (SC0) の変速が開始されると、S 字カーブ移動量演算器 51 は、S 字カーブ特性速度指令 (SC0) を各時点の S 字カーブ特性速度指令 (SC0) からその時点の被切断材料移動速度 (RT) までその時点の加速度に急変の生じない S 字カーブ特性で変速した場合に被切断材料の移動量に対して刃物の回転量が進む量、すなわち S 字カーブ移動量 ( $\Delta CNR$ ) の演算を開始する。そして、上限の速度に向けての変速中あるいは上限の速度を保持している期間中に残留同調位置誤差の絶対値 ( $|\Delta CNT|$ ) が S 字カーブ移動量の絶対値 ( $|\Delta CNR|$ ) 以下になると、比較器 43 から信号が出力される。この時、開閉器 A が駆動され、開閉器 B が駆動されていないので、比較器 43 からの信号は減速同調指令として S 字カーブ特性速度指令演算器 49 に入力される。

【0023】 S 字カーブ特性速度指令演算器 49 は、減速同調指令が入力されると、加速中信号を消滅させて加減速同調中信号を出力するとともに、S 字カーブ特性速度指令 (SC0) をその時点の S 字カーブ特性速度指令 (SC0) とその時点の被切断材料移動速度 (RT) との差の値から零に向けてその時点の加速度から継続して加速度に急変の生じない S 字カーブ特性で変速を開始する。加速中信号の消滅によって開閉器 C の駆動が解除され、加減速同調中信号によって開閉器 D が駆動されるので、速度指令 (RC) は S 字カーブ特性速度指令 (SC0) に係数を乗算した信号 (SC1) から S 字カーブ特性速度指令 (SC0) に係数を乗算した信号 (SC1) と被切断材料移動速度 (RT) との加算信号に切り換えられる。また、開閉器 D の駆動によって、除算器 50 は残留同調位置誤差の絶対値 ( $|\Delta CNT|$ ) と S 字カーブ移動量の絶対値 ( $|\Delta CNR|$ ) との比 ( $|\Delta CNT|/|\Delta CNR|$ ) を出力する。これにより、乗算器 50 で S 字カーブ特性速度指令 (SC0) に乗算する係数は「1」から ( $|\Delta CNT|/|\Delta CNR|$ ) に切り換えられる。S 字カーブ特性速度指令 (SC0) の零に向けての変速を開始した後も、残留同調位置誤差信号 ( $|\Delta CNT|$ ) 及び S 字カーブ移動量 ( $\Delta CNR$ ) の演算を継続して行い、S 字カーブ特性速度指令 (SC0) に乗算する係数 ( $|\Delta CNT|/|\Delta CNR|$ ) を随時変更する。

【0024】 S 字カーブ特性速度指令 (SC0) の変速が終了する付近に近づき、その時点から零に向けて変速していく S 字カーブ特性速度指令 (SC0) のカーブ



と、その時点の被切断材料移動速度(RT)と同調誤差(RE)との加算信号(RC1)による同調制御を開始したときの同調位置へ向けての進行に合わせて速度指令(RC)が被切断材料移動速度(RT)に向けて収敛していくカーブとが同じとなる時点で、S字カーブ特性速度指令演算器49は加減速同調中信号を消滅させる。これにより、被切断材料移動速度(RT)と同調誤差(RE)との加算信号(RC1)による同調制御が開始される。

【0025】図7に、本願発明の制御装置から出力される速度指令(RC)のタイムチャートを切断長設定値(LS)が刃物仮想周長設定値(KS)より長い場合について示す。図7において、(1)(2)(3)の順に切断長設定値(LS)と刃物仮想周長設定値(KS)との差が小さくなっている。(1)では待機停止部、S字カーブ特性の初期曲線部、直線部及び終期曲線部によって速度指令(RC)が形成され、(2)ではS字カーブ特性の初期曲線部、直線部及び終期曲線部により速度指令(RC)が形成され、(3)ではS字カーブ特性の初期曲線部及び終期曲線部によって速度指令(RC)が形成される。

【0026】また、図8に、本願発明の制御装置を用いた場合の速度指令(RC)及び加速度のタイムチャートを示す。図8において、aは $LS > KS$ でその差が大きい場合、bは $LS > KS$ でその差が小さい場合、cは $LS < KS$ の場合を示したものである。図8に示されているように、本願発明の制御装置を用いた場合は加速度の急変を生じることがなく、したがって、加速度の急変により機械や駆動モータに不必要な衝撃を発生させることがない。

【0027】上記の実施の形態では、S字カーブ特性の傾斜度(S字カーブ特性の傾斜特性)は一定であり、変速範囲に応じて直線部及び曲線部の変速時間を変えるようにしている。S字カーブ特性の傾斜特性を一定とする場合には、この傾斜特性は被切断材料の最大移動速度での切断(最大能力)に基づいて設定される。したがって、図10aに示すように、被切断材料の移動速度が遅い場合や変速範囲が狭い場合等には、短時間で変速が終了してしまい、同調回転状態における切断を行っていない時間(アイドル時間)が長くなる。このアイドル時間は被切断材料の切断に影響しない時間であるから、アイドル時間が長くなった分だけ変速時間を長くすることができる。そこで、S字カーブ特性として、図9に示すように、形態が同じ(曲線部の最大変速範囲NCが同一)で曲線部と直線部が時間軸方向に延長された2種類以上のS字カーブ特性、例えば、最大能力に見合った傾斜特性の基準S字カーブ特性(1)と、それより緩い傾斜特性のS字カーブ特性(2)、(3)を少なくとも1種類設ける。そして、切断完了検出信号(CE)が出力されて切断目標位置(CNTS)及び刃物目標位置(CNRS)が変更された時点で、その時点の被切断材料の移動速度

(RT)、切断長設定値(LS)、刃物仮想周長設定値(KS)、切断同調長さ(SS)等に基づいて同調外れ許容時間と基準S字カーブ特性を用いた場合の同調外れ時間基準値との比率(SSR)を求め、比率(SSR)に応じてS字カーブ特性を選択する。これにより、使用可能なS字カーブ特性の中で最も傾斜特性の小さいS字カーブ特性が選択されるので、一層加速度を緩やかにすることができる。

【0028】比率(SSR)に応じてS字カーブ特性を選択する方法の1例を説明する。いま、曲線部は2次曲線を使用し、被切断材料移動速度(RT)は同調外れ期間中変化しないものとする。同調外れ時間(TA)は、 $TA = (LS - SS) / RT$ により求められる。

(1)  $LS > KS$ 、且つ  $(KS - SS) / (LS - SS) \leq 1/2$  の時(待機停止有り)

このときの待機停止時間を除く、変速に使用可能な時間は  $2 \times (KS - SS) / RT$  で求める。この時間内の刃物の平均同調外れ速度( $\Delta RS$ )は  $\Delta RS = RT / 2$  により求める。ここで、S字カーブ特性は前半と後半で対称であるから、一方の変速時間( $\Delta RT$ )を求めればよい。(変速範囲は  $2 \times \Delta RS$  であるから、 $\Delta RS$  分の変速時間  $\Delta RT$  を求めればよい。)すなわち、変速範囲の  $1/2 (= \Delta RS) >$  曲線部の最大変速範囲(NC)の場合には変速時間( $\Delta RT$ )は  $\Delta RT = 2 \times TC \times [1 + (\Delta RS - NC) / (2 \times NC)]$  により求められる。

(但し、TCは基準S字カーブ特性の曲線部の最大変速時間の2分の1)、変速範囲の  $1/2 (= \Delta RS) \leq$  曲線部の最大変速範囲(NC)の場合には変速時間( $\Delta RT$ )は  $\Delta RT = 2 \times TC \times (\Delta RS / NC)^{1/2}$  により求められる。S字カーブ特性を用いて  $2 \times \Delta RS$  まで減速した後元の速度まで加速するのに要する時間は  $4 \times \Delta RT$  であるから、比率(SSR)は  $SSR = (KS - SS) / (RT \times 2 \times \Delta RT)$  により求められる。そして、求めた比率(SSR)に応じて、すなわち、比率

(SSR)が大きいほど傾斜特性の小さいS字カーブ特性を選択する。なお、切断長を長くするために待機停止している間に被切断材料の速度を増加させる場合がある。このような場合には、上記のようにして選択したS字カーブ特性の傾斜特性では切断開始位置に到達するまでに同調速度まで加速することができない。これを防止するためには、被切断材料の移動速度を常に監視しておき、被切断材料の移動速度が増加方向に変化した場合には、速度の変化に応じてS字カーブ特性の選択を変更するようする。

(2)  $LS > KS$ 、且つ  $(KS - SS) / (LS - SS) > 1/2$  の時(待機停止無し)

この時の刃物の平均同調外れ速度( $\Delta RS$ )は  $\Delta RS = RT \times [1 - (KS - SS) / (LS - SS)]$  により求められる。この刃物の平均同調外れ速度( $\Delta RS$ )を用いて前記(1)と同様の方法で変速時間( $\Delta RT$ )を求

める。そして、 $SSR = TA / (4 \times \Delta RT)$  により求めた比率 (SSR) に応じて S 字カーブ特性を選択する。

(3)  $LS < KS$ 、且つ  $[(KS - SS) / (LS - SS) - 1] \times RT / (SMR - RT) < 1/2$  の時 (上限速度時間無し) (但し、SMR は刃物の上限速度)

この時の刃物の平均同調外れ速度 ( $\Delta RS$ ) は  $\Delta RS = RT \times [(KS - SS) / (LS - SS) - 1]$  により求められる。この刃物の平均同調外れ速度 ( $\Delta RS$ ) を用いて前記 (2) と同様の方法で変速時間 ( $\Delta RT$ ) 及び

比率 (SSR) を求めて S 字カーブ特性を選択する。  
(4)  $LS < KS$ 、且つ  $[(KS - SS) / (LS - SS) - 1] \times RT / (SMR - RT) \geq 1/2$  の時 (上限速度時間有り)

この時の刃物の平均同調外れ速度 ( $\Delta RS$ ) は  $\Delta RS = (SMR - RT) / 2$  により求められる。この刃物の平均同調外れ速度 ( $\Delta RS$ ) を用いて前記 (1) と同様の方法で変速時間 ( $\Delta RT$ ) を求める。そして、 $SSR = TA \times [1 - [(KS - SS) / (LS - SS) - 1] \times RT / (SMR - RT)] / (2 \times \Delta RT)$  により求めた比率 (SSR) に応じて S 字カーブ特性を選択する。なお、比率 (SSR) が 1 より小さい値となった時は、基準 S 字カーブ特性でも対応できない、すなわち、能力オーバーであることを意味する。このような場合には、被切断材料の移動速度を降下させる指令等を発して被切断材料の移動速度を能力以内に抑え、最大能力が発揮できるようにしてもよい。また、同調外れ期間中における被切断材料移動速度の変動が無視できない場合には、被切断材料移動速度の変動分を加味して同調外れ時間等を演算する。

【0029】以上のように、異なる傾斜特性を有する S 字カーブ特性を少なくとも 2 種類以上設け、比率 (SSR) に応じて選択した S 字カーブ特性を用いて演算した速度指令 (RC) 及び加速度のタイムチャートを図 10 b に示す。

【0030】なお、上記の実施の形態では、形態が同じで曲線部と直線部が時間軸方向に延長された 2 種類以上の S 字カーブ特性を設けるようにしたが、直線部の傾斜は同じで曲線部の特性の異なる 2 種類以上の S 字カーブ特性を設けるようにしてもよい。

【0031】次に、本発明を往復動作の走間加工機に適用した場合の走間加工機の制御装置の概略構成図を図 11 に示す。計数器 71 は、被加工材料移動量パルス (TP) を計数して被加工材料移動量 (CNT0) を出力する。計数器 72 は、刃物等の工具が待機停止位置検出器の値が手前に到達したことを待機位置検出器が検出して待機停止位置検出信号 (C0) が出力された時に待機停止位置検出器が検出する位置から待機停止位置までの距離を示す待機位置バイアス値 (CPS) がプリセットされ、この待機位置バイアス値 (CPS) から工具移

動量パルス (RP) を加減算した残留待機停止位置誤差 ( $\Delta CPS$ ) を出力する。したがって、計数器 72 から出力される残留待機停止位置誤差 ( $\Delta CPS$ ) が零となった位置が刃物等の工具の待機停止位置となる。計数器 72 は、工具が待機停止位置に戻って待機停止位置検出信号が出力される毎に待機位置バイアス値 (CPS) がプリセットされるため、繰り返しの加工に際しても工具の位置がずれを生じることはない。なお、工具の位置をアブソリュートエンコード等で検出し、待機停止位置を零 (原点) とする残留待機停止位置誤差を出力するようにしてもよい。F/V 変換器 73 は、被加工材料移動量パルス (TP) を F/V 変換して被加工材料移動速度 (RT) を出力する。残留同調位置誤差演算器 74 は、加工目標位置設定器 75 からの加工目標位置 (CNTS) から被加工材料移動量 (CNT0) を減算した値と残留待機停止位置誤差 ( $\Delta CPS$ ) との和である残留同調位置誤差 ( $\Delta CNT$ ) を出力する。乗算器 76 は、残留同調位置誤差 ( $\Delta CNT$ ) に同調制御ゲインを乗算し、極性を反転させて同期誤差 (RP) を出力する。加算器 77 は、被加工材料移動速度 (RT) と同期誤差 (RE) との加算信号 (RC1) を出力する。

【0032】絶対値演算器 78 は、残留同調位置誤差 ( $\Delta CNT$ ) の絶対値 ( $|\Delta CNT|$ ) を出力する。比較器 79 は、残留同調位置誤差 ( $\Delta CNT$ ) の絶対値 ( $|\Delta CNT|$ ) が後述する S 字カーブ移動量 ( $\Delta CNR$ ) の絶対値 ( $|\Delta CNR|$ ) 以下である時に加速同調指令を出力する。絶対値演算器 80 は、残留待機停止位置誤差 ( $\Delta CPS$ ) の絶対値 ( $|\Delta CPS|$ ) を出力する。比較器 81 は、残留待機停止位置誤差 ( $\Delta CPS$ ) の絶対値 ( $|\Delta CPS|$ ) が後述する S 字カーブ待機停止移動量 ( $\Delta CPR$ ) の絶対値 ( $|\Delta CPR|$ ) 以下である時に待機減速指令を出力する。乗算器 82 は、残留待機停止位置誤差 ( $\Delta CPS$ ) にサーボロックゲインを乗算してサーボロック信号 (RPP) を出力する。

【0033】S 字カーブ特性速度指令演算器 83 は、被切断材料移動速度 (RT)、加工完了検出信号 (CE)、加速同調指令、待機減速指令、戻り速度設定値設定器 84 からの戻り速度設定値等を入力して S 字カーブ特性速度指令 (SC0)、S 字カーブ特性速度指令 (SC0) の傾斜度を表す加速度 (SA0)、戻り中信号、待機減速中信号、待機停止中信号、加速同調中信号等を出力する。乗算器 85 は、開閉器 G 及び J が駆動されていない時には S 字カーブ特性速度指令 (SC0) に係数「1」を乗算し、開閉器 G 又は J が駆動されている時には S 字カーブ特性速度指令 (SC0) に除算器 90 からの信号を乗算した信号 (SC1) を出力する。S 字カーブ特性移動量演算器 86 は、被加工材料移動速度 (RT)、S 字カーブ特性速度指令 (SC0)、加速度 (SA0) 等を入力して S 字カーブ移動量 ( $\Delta CNR$ ) を出力する。絶対値演算器 87 は、S 字カーブ特性移動量

( $\Delta C N R$ )の絶対値( $|\Delta C N R|$ )を出力する。S字カーブ待機停止移動量演算器88は、S字カーブ特性速度指令(SC0)、加速度(SA0)等を入力してS字カーブ待機停止移動量( $\Delta C P R$ )を出力する。絶対値演算器89は、S字カーブ待機位置停止移動量( $\Delta C P R$ )の絶対値( $|\Delta C P R|$ )を出力する。除算器90は、待機減速中信号によって開閉器Gが駆動されている時は残留待機停止位置誤差( $\Delta C P S$ )の絶対値( $|\Delta C P S|$ )とS字カーブ待機停止移動量( $\Delta C P R$ )の絶対値( $|\Delta C P R|$ )との比( $|\Delta C P S|/|\Delta C P R|$ )を出力し、加速同調中信号によって開閉器Jが駆動されている時は残留同調位置誤差( $\Delta C N T$ )の絶対値( $|\Delta C N T|$ )とS字カーブ移動量( $\Delta C N R$ )の絶対値( $|\Delta C N R|$ )との比( $|\Delta C N T|/|\Delta C N R|$ )を出力する。なお、常開接点H2及び常閉接点H1を有する開閉器HはOR回路91を介した戻り中信号又は待機減速中信号によって駆動され、常開接点I1及び常閉接点I2を有する開閉器Iは待機停止中信号によって駆動され、常開接点J2~J5、J7及び常閉接点J1、J6を有する開閉器Jは加速同調中信号によって駆動され、常開接点G1、G2、G4及び常閉接点G3を有する開閉器Gは待機減速中信号によって駆動される。

【0034】次に、図11に示す制御装置を用いた往復動作の走間加工機の動作を説明する。被加工材料移動速度(RT)と同調誤差(RE)との加算信号(RC1)を速度指令(RC)として往復動機構12の駆動モータ5の制御装置10に出力し、工具を被加工材料1と同調させて移動させる。そして、同調状態において加工用の動力源から刃物等の工具に動力を与えて被加工材料1の加工を行う。加工が終了して加工完了検出信号(CE)が出力されると、加工目標位置設定器75は、加工目標位置(CNTS)をそれまでの加工目標位置(CNTS)に加工ピッチ(切断の場合には切断長)設定値(LS)を加算した値に変更する。同時に、S字カーブ特性速度指令演算器83は、戻り中信号を出力するとともに、その時点の被加工材料移動速度(RT)から戻り速度設定値設定器84に設定されている戻り速度設定値に向けて加速度零から次第に加速度が増加し、戻り速度設定値に近づいたら次第に加速度を減少させていき、戻り速度設定値に達した後は戻り速度設定値を保持するS字カーブ特性速度指令(SC0)及び加速度(SA0)を出力する。戻り中信号によって開閉器Hが駆動されるので、速度指令(RC)は被加工材料移動速度(RT)と同調誤差(RE)との加算信号(RC1)からS字カーブ特性速度指令(SC0)に係数を乗算した信号(SC1)に切り換えられる。切り換え前後において速度指令(RC)が急変することはない。この時、開閉器G及びJが駆動されていないので、乗算器85はS字カーブ特性速度指令(SC0)に係数「1」を乗算する。S字カ

ーブ特性速度指令(SC0)が零を超えて戻り方向の極性に切り換わると、S字カーブ待機停止移動量演算器88は、各時点のS字カーブ特性速度指令(SC0)から零に向けて加速度に急変の生じないS字カーブ特性で変速させた場合の速度零になるまでの工具移動量パルス

(RP)の量、すなわちS字カーブ待機停止移動量( $\Delta C P R$ )の演算を開始する。戻り速度設定値へ向けての減速が開始されると、同調状態から外れるため残留同調位置誤差( $\Delta C N T$ )の値は減少し始める。戻り速度設定値へ向けてのS字カーブ特性速度指令(SC0)の演算が開始されると、S字カーブ移動量演算器86は、S字カーブ特性速度指令(SC0)を各時点のS字カーブ特性速度指令(SC0)からその時点の被加工材料移動速度(RT)まで加速度に急変の生じないS字カーブ特性で変速した場合に被加工材料の移動量に対して工具の移動量が遅れる量、すなわちS字カーブ移動量( $\Delta C N R$ )の演算を開始する。

【0035】戻り速度設定値へ向けての戻り方向への加速中に、残留停止位置誤差の絶対値( $|\Delta C P S|$ )がS字カーブ待機停止移動量の絶対値( $|\Delta C P R|$ )以下になると、比較器81から待機減速指令が出力される。S字カーブ特性速度指令演算器83は、待機減速指令が入力されると、戻り中信号を消滅させて待機減速中信号を出力するとともに、S字カーブ特性速度指令(SC0)をその時点のS字カーブ特性速度指令(SC0)から零に向けてその時点の加速度に急変の生じないS字カーブ特性で変速させる。戻り中信号が消滅されるが、待機減速中信号が出力されるので、引き続き開閉器Hが駆動され、速度指令(RC)はS字カーブ特性速度指令(SC0)に係数を乗算した信号(SC1)のままである。また、開閉器Gの駆動によって、除算器90は残留待機停止位置誤差の絶対値( $|\Delta C P S|$ )とS字カーブ待機停止移動量の絶対値( $|\Delta C P R|$ )との比( $|\Delta C P S|/|\Delta C P R|$ )を出力する。これにより、乗算器85でS字カーブ特性速度指令(SC0)に乗算する係数は「1」から( $|\Delta C P S|/|\Delta C P R|$ )に切り換えられる。S字カーブ特性速度指令(SC0)が零に向けて変速を開始した後も、残留待機停止位置誤差( $\Delta C P S$ )及びS字カーブ待機停止移動量( $\Delta C P R$ )の演算を継続して行い、S字カーブ特性速度指令(SC0)に乗算する係数( $|\Delta C P S|/|\Delta C P R|$ )を随時変更する。この係数( $|\Delta C P S|/|\Delta C P R|$ )は、速度指令(RC)と実際の速度との間に生じる僅かな速度誤差により発生する位置誤差を修正し、S字カーブ特性速度指令(SC0)が零に到達する時点では残留待機停止位置誤差の絶対値( $|\Delta C P S|$ )とS字カーブ待機停止移動量の絶対値( $|\Delta C P R|$ )が共に零となるように作用する。

【0036】比較器81から待機減速指令が出力されることなく戻り速度設定値まで到達した後は、S字カーブ

特性速度指令（SC0）は戻り速度設定値に保持される。そして、残留停止位置誤差の絶対値（ $|\Delta CPS|$ ）がS字カーブ待機停止移動量の絶対値（ $|\Delta CPR|$ ）以下になると、比較器81から待機減速指令が出力される。待機減速中信号が出力されると、前記と同様に、S字カーブ特性速度指令演算器83は、戻り中信号を消滅させて待機減速中信号を出力するとともに、S字カーブ特性速度指令（SC0）をその時点のS字カーブ特性速度指令（SC0）から零に向けてその時点の加速度に急変の生じないS字カーブ特性で変速させる。以下、前述したように、速度零に向けて残留待機停止位置誤差の絶対値（ $|\Delta CPS|$ ）とS字カーブ待機停止移動量の絶対値（ $|\Delta CPR|$ ）が共に零となるよう減速していく。

【0037】零へ向けてのS字カーブ特性速度指令（SC0）の変速中に、S字カーブ特性指令（SC0）の変速が終了する付近に近づき、その時点から零に向けて変速していくS字カーブ特性速度指令（SC0）のカーブと、その時点の残留待機停止位置誤差（ $\Delta CPS$ ）にサーボロックゲインを乗算したサーボロック信号（RPP）による待機停止位置へのサーボロック制御を開始したときの待機停止位置へ向けての進行に合わせて速度指令（RC）が零に向けて収斂していくときのカーブとが同じとなる時点で、S字カーブ特性速度指令演算器83は待機減速中信号を消滅し待機停止中信号を出力する。待機減速中信号の消滅によって開閉器Hの駆動が停止され、待機停止中信号によって開閉器Iが駆動されるので、速度指令（RC）はS字カーブ特性速度指令（SC0）に係数を乗算した信号（SC1）からサーボロック信号（RPP）に切り換えられ、待機停止位置へのサーボロック制御が開始される。

【0038】戻り速度設定値を保持している間、待機停止位置への減速の間あるいは待機停止位置へのサーボロック制御の間において、残留同調位置誤差の絶対値（ $|\Delta CNT|$ ）がS字カーブ移動量の絶対値（ $|\Delta CNR|$ ）以下になると比較器79から加速同調指令を出力する。S字カーブ特性速度指令演算器83は、加速同調指令が入力されると、戻り中信号、待機減速中信号あるいは待機停止中信号を消滅して加速同調中信号を出力するとともに、S字カーブ特性速度指令（SC0）をその時点におけるS字カーブ特性速度指令（SC0）とその時点の被加工材料移動速度（RT）との差の値から零に向けてそれまでの加速度から継続して加速度に急変の生じないS字カーブ特性で変速させる。これにより、戻り中であれば開閉器Hの駆動が解除され、待機減速中であれば開閉器H及びGの駆動が解除され、待機停止中であれば開閉器Iの駆動が解除されるとともに、加速同調中信号によって開閉器Jが駆動されるので、速度指令（RC）はS字カーブ特性速度指令（SC0）に係数を乗算した信号（SC1）と被加工材料移動速度（RT）との

加算信号に切り換えられる。この時、前述したように、切り換えの前後で速度指令（RC）が急変することはない。また、開閉器Jの駆動によって、除算器90は残留同調位置誤差の絶対値（ $|\Delta CNT|$ ）とS字カーブ移動量の絶対値（ $|\Delta CNR|$ ）との比（ $|\Delta CNT|/|\Delta CNR|$ ）を出力する。これにより、乗算器85でS字カーブ特性速度指令（SC0）に乘算する係数は（ $|\Delta CNT|/|\Delta CNR|$ ）に切り換えられる。S字カーブ特性速度指令（SA0）が零に向けて変速を開始した後も、残留同調位置誤差（ $\Delta CNT$ ）及びS字カーブ移動量（ $\Delta CNR$ ）の演算を継続して行い、S字カーブ特性速度指令（SC0）に乘算する係数（ $|\Delta CNT|/|\Delta CNR|$ ）を随時変更する。この係数（ $|\Delta CNT|/|\Delta CNR|$ ）は、速度指令（RC）と実際の速度との間に生じる僅かな速度誤差により発生する位置誤差を補正し、S字カーブ特性速度指令（SC0）が零に到達する時点では残留同調位置誤差の絶対値（ $|\Delta CNT|$ ）とS字カーブ移動量の絶対値（ $|\Delta CNR|$ ）が共に零となるように作用する。S字カーブ特性速度指令（SC0）の変速が終了する付近に近づき、その時点から零に向けてのS字カーブ特性速度指令（SC0）のカーブと、その時点の被加工材料移動速度（RT）と同調誤差（RE）との加算信号（RC1）による同調制御を開始したときの同調位置へ向けての進行に合わせて速度指令（RC）が被加工材料移動速度（RT）に向けて収斂していく時のカーブとが同じとなる時点で、S字カーブ特性速度指令演算器83は加速同調中信号を消滅させる。加減速同調中信号が消滅すると、開閉器Jの駆動が解除されるので、速度指令（RC）はS字カーブ特性速度指令（SC0）に係数を乗算した信号（SC1）と被加工材料移動速度（RT）との加算信号から被加工材料移動速度（RT）と同調誤差（RE）との加算信号（RC1）に切り換えられ、同調制御が開始される。

【0039】本願発明の制御装置を用いて演算した速度指令（RC）及び加速度のタイムチャートを図12に示す。図12において、aはLSが大きくて工具を待機停止位置で一旦待機停止させる場合、bはLSが小さくて工具を待機停止位置で待機停止させることなく同調位置に移動させる場合を示す。図12に示されているように、本願発明の制御装置を用いた場合は加速度の急変を生じることがなく、したがって、加速度の急変により機械や駆動モータに不必要な衝撃を発生させることがない。

【0040】なお、上記実施の形態では、戻り速度設定値を保持している間、待機停止位置への減速の間あるいは待機停止位置へのサーボロック制御の間において、残留同調位置誤差の絶対値（ $|\Delta CNT|$ ）がS字カーブ移動量の絶対値（ $|\Delta CNR|$ ）以下となった時点で比較器79から加速同調指令が出力されるようにしたが、

戻り速度設定値へ向けての変速中においても、残留同調位置誤差の絶対値（ $|\Delta CNT|$ ）がS字カーブ移動量の絶対値（ $|\Delta CNR|$ ）以下となった時点で比較器79から加速同調指令を出力されるようにしてもよい。この場合、工具が待機停止位置まで戻らないので計数器72への待機停止位置バイアス値（CPS）のプリセットが行われないが、加工精度に影響はない。

【0041】上記のような往復動作する走間加工機においても、前記ロータリーカックと同様に、図9に示すような2種類以上の傾斜特性の異なるS字カーブ特性を設けておき、加工完了検出信号が出力された時点で、その時点の被加工材料移動速度（RT）、加工ピッチ長設定値（LS）、工具の現在位置（ $\Delta CPS$ ）、戻り速度設定値（SRR）等に基づいて同調外れ許容時間と基準S字カーブ特性を用いた場合の同調外れ時間基準値との比率（SSR）を求め、比率（SSR）に応じてS字カーブ特性を選択するようにしてもよい。

【0042】比率（SSR）に応じてS字カーブ特性を選択する方法の1例を説明する。いま、曲線部は2次曲線を使用し、被加工材料移動速度（RT）は同調外れ期間中に変化しないものとする。また、戻り速度設定値（SRR）は負の極性を有するので、以下の説明中の戻り速度設定値（SRR）は絶対値を意味する。最高被加工材料速度（RT0）は最高戻り速度設定値（SRR0）と等しく、工具は待機停止位置まで必ず戻るものとする。最短切断長（LS0）は、停止時間が零の時であるから、 $LS0 = 2 \times RT0 \times (TR0 \div TS + TC)$  によって求められる。但し、TR0は基準S字カーブ特性を用いて最高被加工材料速度（RT0）から最高戻り速度設定値（SRR0）まで変速させる場合の変速時間、TSは加工同調時間（＝戻り速度設定値での時間）、TCは待機停止曲線部時間（S字カーブ特性で零を通過させる際の零まで及び零を通過後の曲線部の変速時間の1/2）、LSがLS0より大の時は、LS0を超える分については待機停止時間を延長してやり過ごす。そのため、加減速時間、加工同調時間、戻り速度時間に使用できる時間については、LS0を基に演算する。待機停止時間を除いた加工間隔の時間（TA0）は $TA0 = LS$ （またはLS0）/RTにより求められる。加工間隔の時間（TA0）には加工のための加工同調時間（TS）が含まれているから、同調外れ時間（TA）は $TA = TA0 - TS$ により求められる。そして、待機停止曲線部時間（ $2 \times TC$ ）は選択されたS字カーブ特性によって変化する。待機停止曲線部時間によって延長される時間を除く同調外れ時間（TA1）は $TA1 = TA - 2 \times TC \times SSR$ により求められる。待機停止曲線部時間によって延長される時間中の被加工材料の移動距離は（ $2 \times TC \times SSR \times RT$ ）であるから、待機停止曲線部時間中の同調外れ分を除く工具の平均同調外れ速度（ $\Delta RS$ ）は $\Delta RS = (LS - 2 \times TC \times SSR \times RT) / TA1$ により求められる。

TA1により求められる。平均同調外れ時間（ $\Delta RS$ ）から戻り速度設定値での時間と変速時間（ $\Delta RT$ ）を求めて比率（SSR）を演算するのが困難であるため、待機停止曲線部時間は（ $RT / RT0$ ）<sup>2</sup>に反比例し、LS/LS0に比例するものと仮定し、比率（SSR）を演算後に必要に応じて補正するものとし、 $MS = (LS \times RT0^2) / (RT^2 \times LS0)$ （但し、 $LS > LS0$ のときは $LS = LS0$ ）で表される待機停止曲線部時間係数（MS）を用いる。待機停止曲線部時間係数（MS）を用いると、同調外れ時間（TA1）は $TA1 = TA - 2 \times TC \times MS$ により、平均同調外れ速度（ $\Delta RS$ ）は $\Delta RS = (LS - 2 \times TC \times MS \times RT) / TA1$ により求められる。

(1)  $(LS - 2 \times TC \times MS \times RT) / [TA1 \times (RT + SRR)] \geq 1/2$ の時（戻り速度時間有り）

この時の平均同調外れ速度（ $\Delta RS$ ）は、 $\Delta RS = (RT + SRR) / 2$ により求められる。一方、変速範囲の1/2（ $= \Delta RS$ ） $> NC$ の場合には変速時間（ $\Delta RT$ ）は $\Delta RT = 2 \times TC \times [1 + (\Delta RS - NC) / (2 \times NC)]$ により、変速範囲の1/2（ $= \Delta RS$ ） $\leq NC$ の場合は変速時間（ $\Delta RT$ ）は $\Delta RT = 2 \times TC \times (\Delta RS / NC)^{1/2}$ により求められる。したがって、比率（SSR）は、 $SSR = TA1 \times [1 - (LS - 2 \times TC \times MS \times RT) / [TA1 \times (RT + SRR)]] / (2 \times \Delta RT)$ により求められる。

(2)  $(LS - 2 \times TC \times MS \times RT) / [TA1 \times (RT + SRR)] < 1/2$ の時（戻り速度時間無し）

この時の平均同調外れ速度（ $\Delta RS$ ）は $\Delta RS = (LS - 2 \times TC \times MS \times RT) / TA1$ により求められる。この平均同調外れ速度（ $\Delta RS$ ）から変速時間（ $\Delta RT$ ）を前記と同等にして求める。そして、 $SSR = TA1 / (4 \times \Delta RT)$ により比率（SSR）を求める。なお、(1)及び(2)で求めた比率（SSR）が、 $SSR > RT0 / RT$ であれば、 $SSR = RT0 / RT$ とする。

さらに、(1)及び(2)で求めた比率（SSR）が $MS \geq SSR$ であれば補正なし、 $MS < SSR$ であれば $SSR = MS$ と補正する。以上のように補正した後の比率（SSR）に応じて、すなわち、比率（SSR）が大きいほど傾斜特性の小さいS字カーブ特性を選択する。なお、待機停止中は被加工材料の移動速度を常に監視しておき、被加工材料の移動速度が増加した場合には最高被加工材料速度（RT0）と被加工材料移動速度（RT）との比（ $RT0 / RT$ ）を計算して先に求めた比率（SSR）との比較を行い、小さい方に応じてS字カーブ特性の選択を変更するようにする。また、比率（SSR）が1より小さい値となった時は、基準S字カーブ特性でも対応できない、すなわち、能力オーバーであることを意味する。このような場合には、被加工材料の移動速度を降下させる指令等を送って被加工材料の移動速度を能力以内に抑え、最大能力が発揮できるようにしてもよい。ま

た、同調外れ期間中における被加工材料移動速度の変動が無視できない場合には、被加工材料移動速度の変動分を加味して同調外れ時間等を演算する。

【0043】 以上のように、異なる傾斜特性を有するS字カーブ特性を2種類以上設け、比率（SSR）に応じて選択したS字カーブ特性を用いて演算した速度指令（RC）及び加速度のタイムチャートを図13bに示す。

【0044】 なお、上記の実施の形態では、形態は同じで曲線部と直線分が時間軸方向に延長された2種類以上のS字カーブ特性を設けるようにしたが、直線部の傾斜特性は同じで曲線部の特性の異なる2種類以上のS字カーブ特性を設けるようにしてもよい。

【0045】

【発明の効果】 以上のように、請求項1に記載の走間加工機の制御装置を用いれば、被加工材料を加工しない区間において工具の加速度が急変を生じることがないので、加速度の急変による機械や駆動モータの不必要な衝撃の発生を防止することができる。また、請求項2に記載の走間加工機の制御装置を用いれば、一層加速度を緩やかにすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 ロータリーカッタの概略構成図である。

【図2】 従来のロータリーカッタの制御装置を用いて演算した刃物の速度指令及び加速度のタイムチャート図である。

【図3】 往復移動の走間加工機の概略構成図である。

【図4】 従来の走間加工機の制御装置を用いて演算した工具の速度指令及び加速度のタイムチャート図である。

【図5】 本願発明のS字特性カーブを説明するための図である。

【図6】 本願発明のロータリーカッタの制御装置の概略

構成図である。

【図7】 本願発明のロータリーカッタの制御装置を用いて演算した刃物の速度指令のタイムチャート図である。

【図8】 本願発明のロータリーカッタの制御装置を用いて演算した刃物の速度指令及び加速度のタイムチャート図である。

【図9】 複数種類のS字カーブ特性を示す図である。

【図10】 複数種類のS字カーブ特性を用いて演算したロータリーカッタの刃物の速度指令及び加速度のタイムチャート図である。

【図11】 本願発明の往復動作の走間加工機の制御装置の概略構成図である。

【図12】 本願発明の走間加工機の制御装置を用いて演算した工具の速度指令及び加速度のタイムチャート図である。

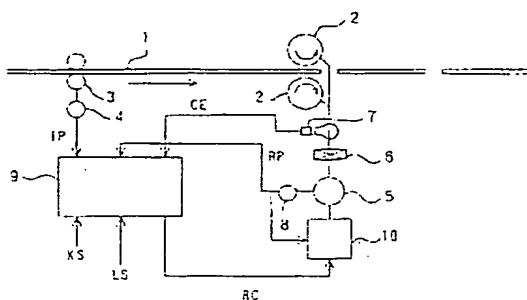
【図13】 複数種類のS字カーブ特性を用いて演算した走間加工機の工具の速度指令及び加速度のタイムチャート図である。

【図14】 ロータリーシャーの構造を示す図である。

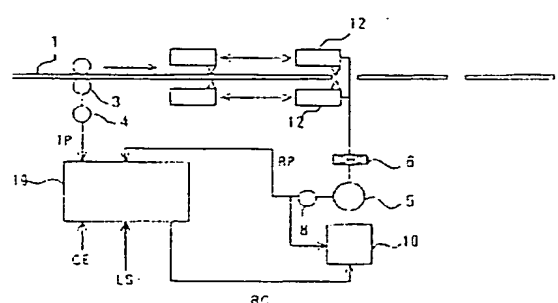
【符号の説明】

- 1：被加工材料
- 2：シャー
- 5：駆動モータ
- 9、19：制御装置
- 10：速度制御装置
- 12：往復動機構
- 34、74：残留同調位置誤差演算器
- 44：待機目標位置演算器
- 49、83：S字カーブ特性速度指令演算器
- 51、86：S字カーブ移動量演算器
- 53、88：S字カーブ待機停止移動量演算器

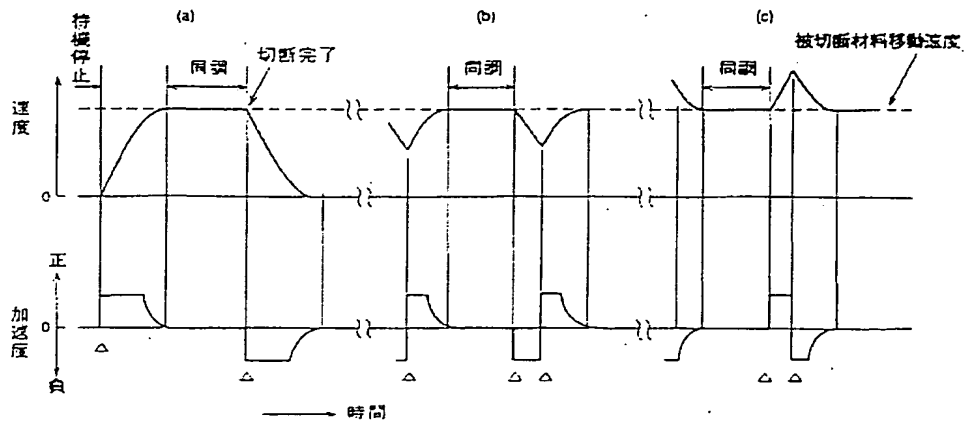
【図1】



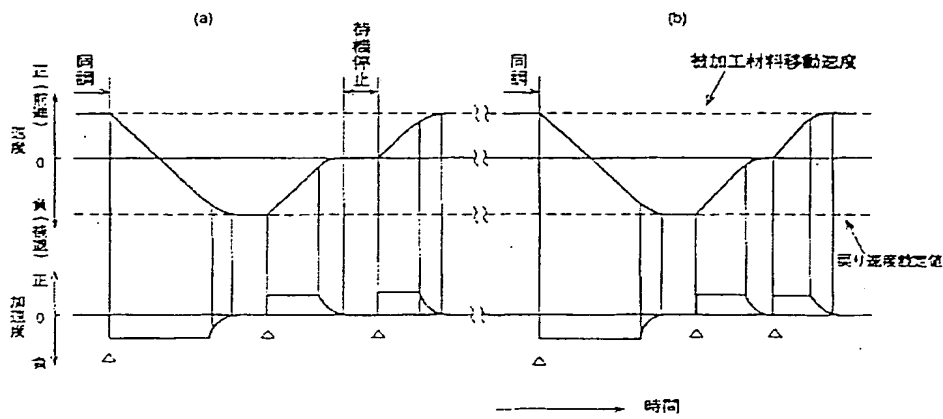
【図3】



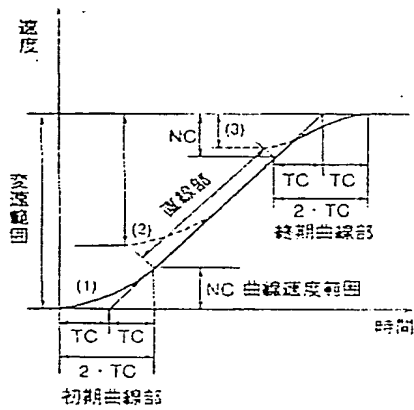
【圖 2】



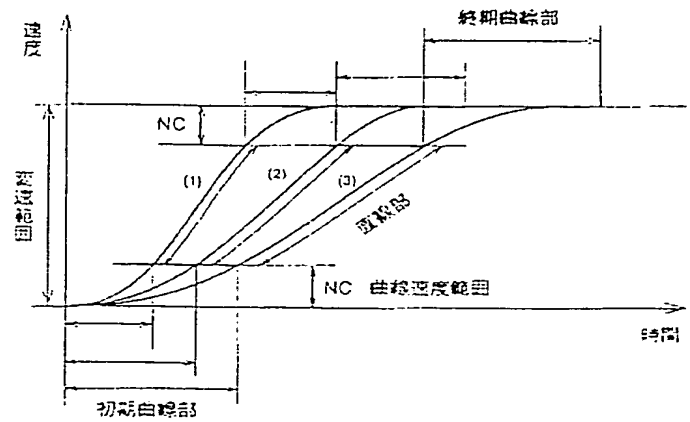
【圖 4】



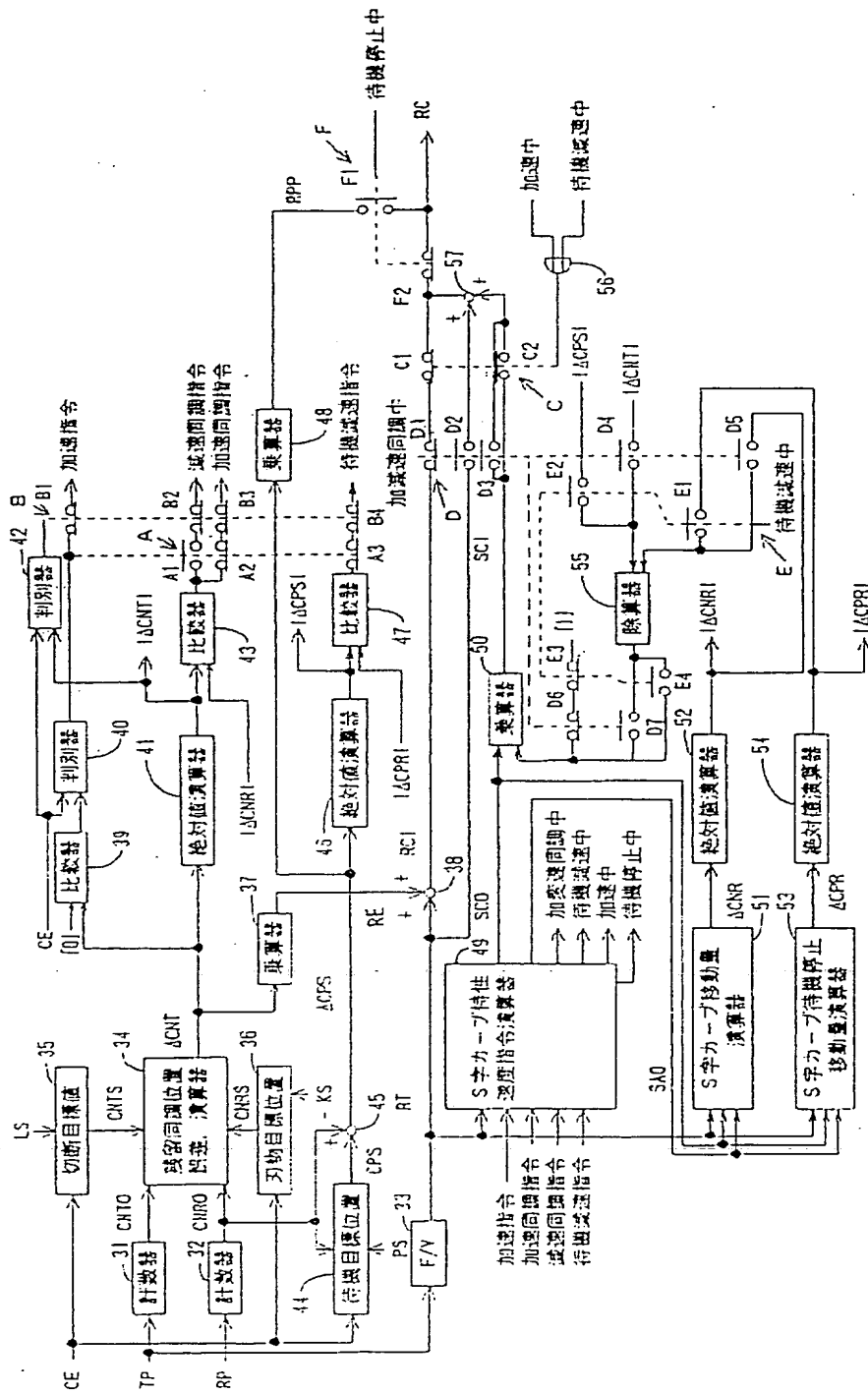
【圖 5】



【圖 9】

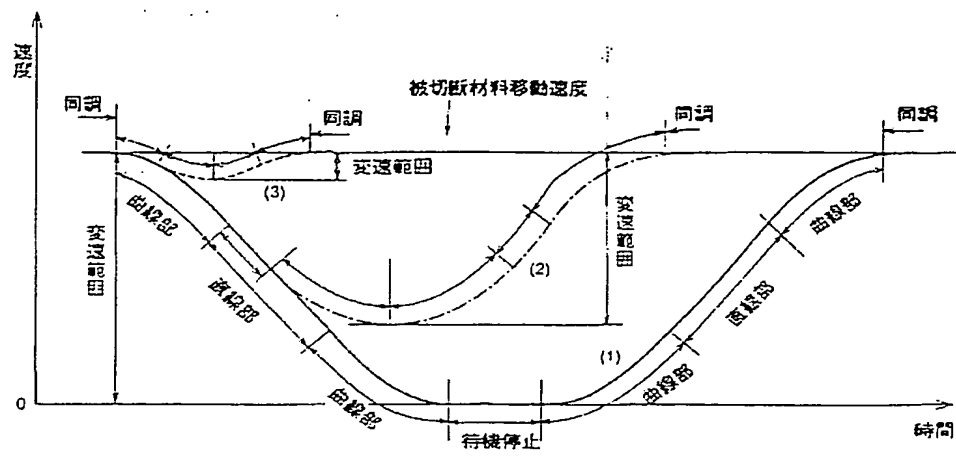


【図6】

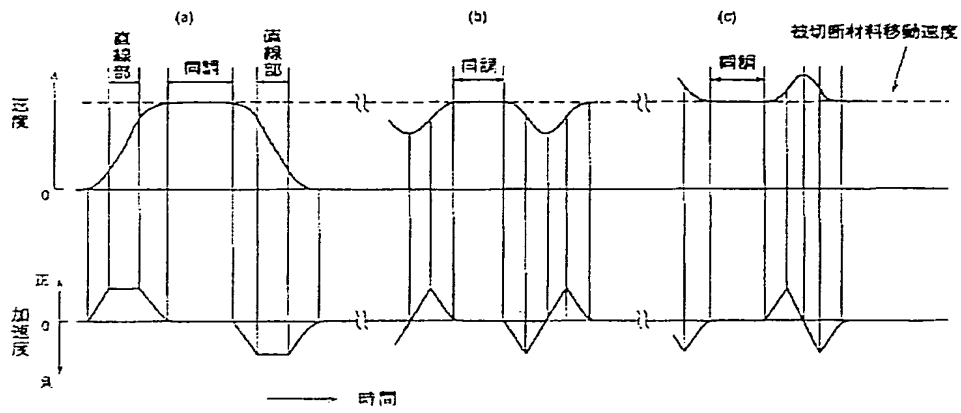




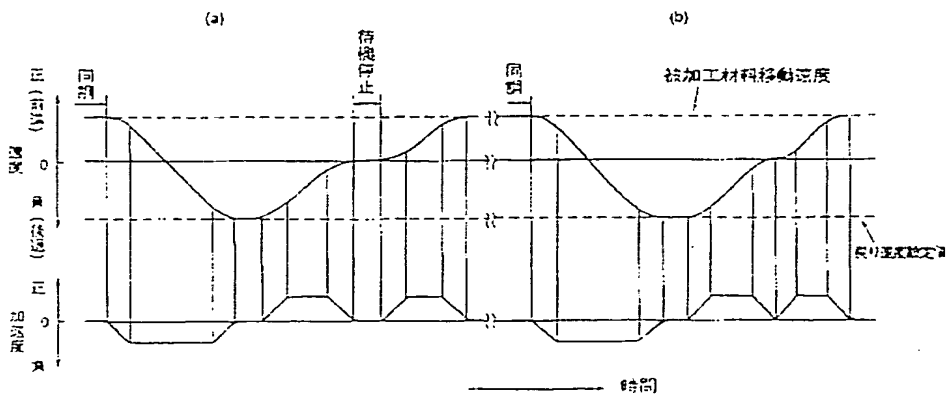
【図 7】



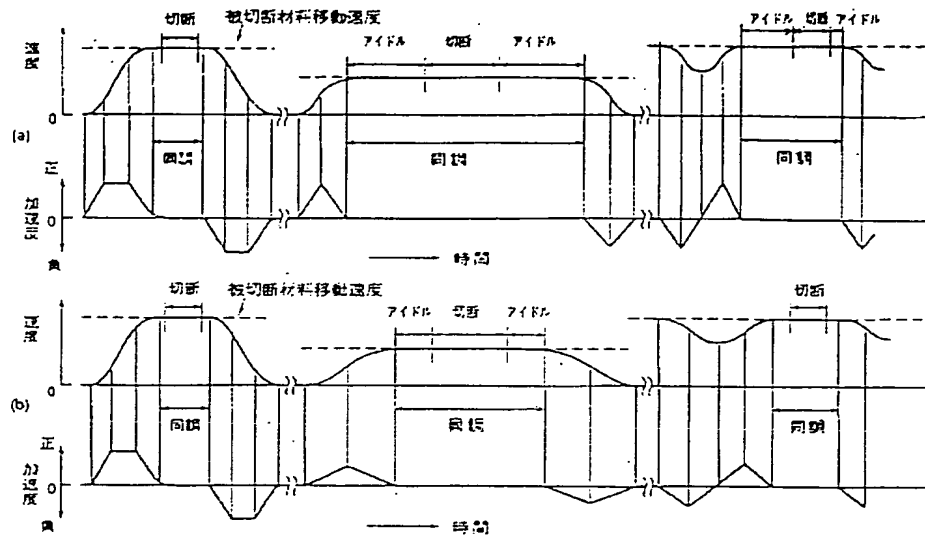
【図 8】



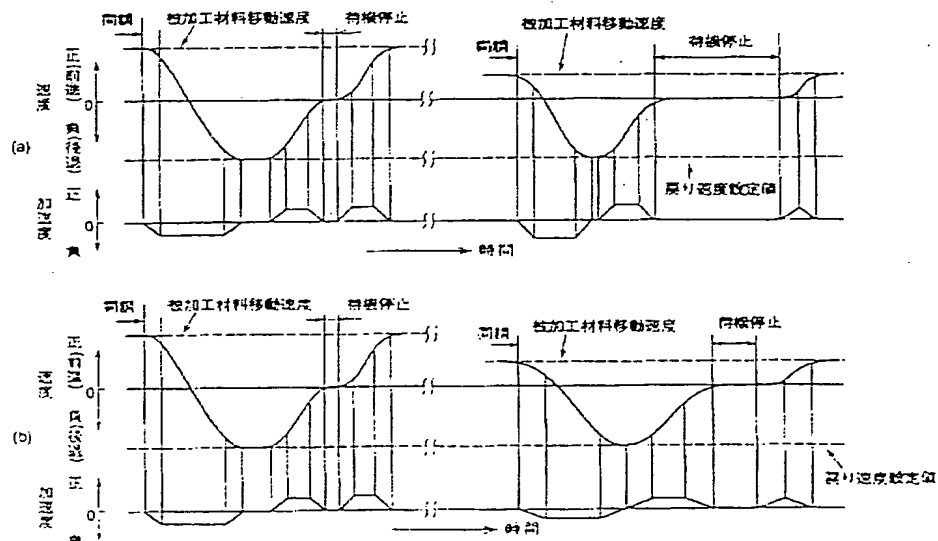
【図 12】



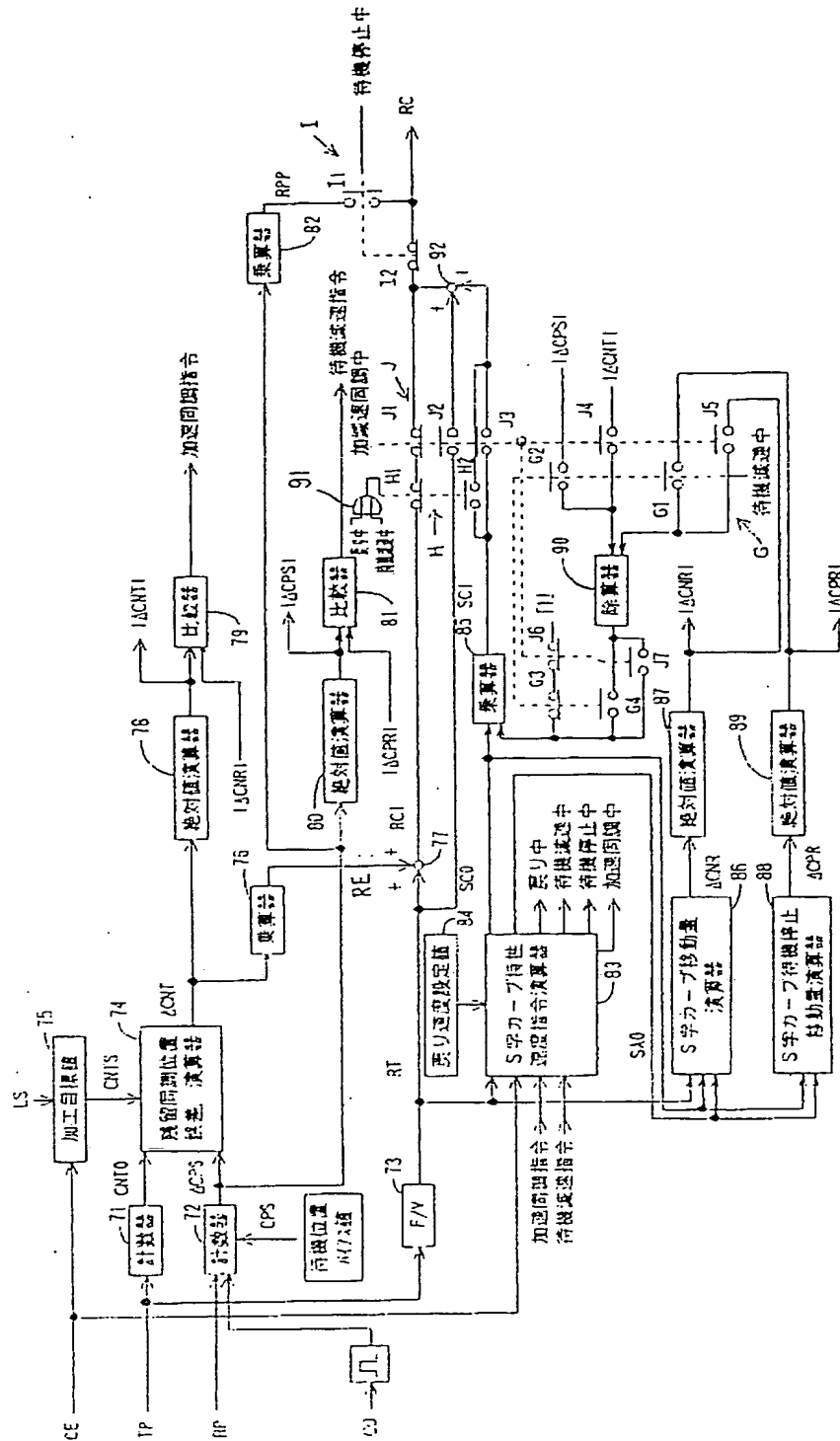
【図10】



【図13】



【 1 1 】



【図14】

